



TITLE:

# [研究活動]研究トピックス (8)太陽 ・ 恒星フレアのHR図: EM-Tダイア グラム

AUTHOR(S):

柴田, 一成

---

CITATION:

柴田, 一成. [研究活動]研究トピックス (8)太陽・恒星フレアのHR図:  
EM-Tダイアグラム. 京都大学大学院理学研究科附属天文台年次報告  
2001, 2000年(平成12年): 20-20

ISSUE DATE:

2001-09

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/172119>

RIGHT:

太陽・恒星フレアのエミッションメジャー ( $EM = n^2 L^3$ ) は温度 ( $T$ ) とともに増大することが知られている (図 1)。(ただし、 $n$  は電子密度、 $L$  はフレアサイズ、また、 $EM$ 、 $T$  は、フレア時のそれぞれのピーク値をとる。) これはマイクロフレアや、原始星フレアに対しても成り立っており、 $6 \times 10^6 < T < 10^8 \text{ K}$ 、 $10^{44} < EM < 10^{56} \text{ cm}^{-3}$  という広いパラメータ領域で成り立つ (統計的な) 相関関係である。一昨年、Shibata and Yokoyama (1999, ApJ 526, L49-L52) は、熱伝導と彩層蒸発を含む磁気リコネクションの数値シミュレーションと理論に基づいて、この相関関係を良く説明する次のようなスケーリング則を発見した：

ただし、 $B$  は磁場強度、 $n_0$  はプリフレア電子密度である。観測から  $EM, T, n_0$  がわかりさえすれば、フレアを分解して観測できなくても、このスケーリング則より、磁場強度  $B$  がわかり、さらにはフレアループのサイズ  $L$  もわかる。これは星を分解して観測できなくても星の光度と表面温度だけ (HR 図上の位置) から星のサイズがわかるというのに似ている。フレアの EM-T 関係は、いわば、フレアの HR 図とも言えよう。このような EM-T 関係の重要性に鑑み、このダイアグラムの物理的意味と理論的予言を詳しく調べた結果、以下のことが判明した (Shibata and Yokoyama 2001, in preparation)。

2) フレアはピーク温度がリコネクション加熱 = 熱伝導冷却で決まる系列であり、放射冷却は効いていない。密度は圧力平衡 (磁気圧 = ガス圧) または熱伝導 = エンタルピーフラックス (彩層蒸発) から決まる。これに対して、加熱時間が長引いて定常的になると加熱 = 熱伝導 = 放射冷却が成り立ち、密度は放射冷却 = 熱伝導で決まる。これは、コロナの系列であり、
$$EM \propto T^{15/2} \quad \text{for } T \leq 10^7 \text{ K} \quad (2a)$$

$$EM \propto T^{13/2} \quad \text{for } T > 10^7 \text{ K} \quad (2b)$$

Figure 1 is a log-log plot showing the relationship between the logarithm of the emission measure (log(EM) in units of  $\text{cm}^{-3}$ ) and the temperature (in Kelvin, K). The y-axis ranges from 44 to 58, and the x-axis ranges from  $10^6$  to  $10^8$  K. A solid line represents the solar corona, and dashed lines represent theoretical models for different fluxes  $F$  (in units of  $\text{erg cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ ):  $10^5$ ,  $10^6$ , and  $10^7$ . The solar corona data points are shown as open diamonds, crosses, and asterisks. The theoretical models are shown as shaded regions.

(柴田 一成 記)